

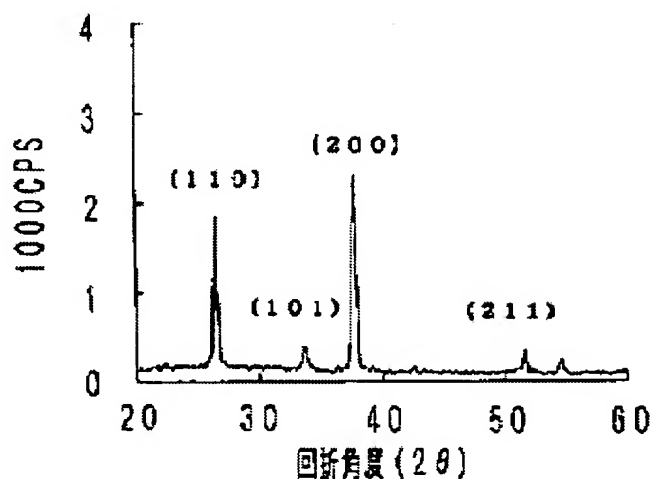
TRANSPARENT CONDUCTIVE SUBSTRATE FOR SOLAR BATTERY AND SOLAR BATTERY USING IT

Patent number: JP5067797
Publication date: 1993-03-19
Inventor: ADACHI KUNIIHIKO; others: 02
Applicant: ASAHI GLASS CO LTD
Classification:
- **international:** H01L31/04; H01B5/14
- **european:**
Application number: JP19910254556 19910906
Priority number(s):

Abstract of JP5067797

PURPOSE:To form a best particle of a laminated tin oxide film by providing a transparent conductive film with a diffraction peak by a (200) surface and a (110) surface and by providing diffraction strength by the (110) surface with specific relation to diffraction strength by the (200) surface in its X-ray diffraction pattern.

CONSTITUTION:In an X-ray diffraction pattern which is mainly composed of tin oxide and measured by using a proportional counter tube, etc., it is desirable that an X-ray scattering strength (height of peak) at a strongest diffraction angle has ten or more times X-ray scattering strength in a back ground thereabouts. When an X-ray diffraction pattern of a film is appreciated by a diffraction strength defined by a product of a height of diffraction peak and a peak width at half height, it is desirable that the diffraction strength of the (110) surface is 20 or larger and 120 or smaller when diffraction strength of the (200) surface is 100, and that 30 or larger and 100 or smaller is more desirable. Crystal of an upper layer film of (200) orientation on a lower layer film of (110) orientation is the best.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-67797

(43)公開日 平成5年(1993)3月19日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 31/04

H 0 1 B 5/14

A 7244-5G

7376-4M

H 0 1 L 31/04

M

審査請求 未請求 請求項の数3(全9頁)

(21)出願番号

特願平3-254556

(22)出願日

平成3年(1991)9月6日

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 安達 邦彦

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 佐藤 一夫

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 後藤 芳夫

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(74)代理人 弁理士 泉名 謙治

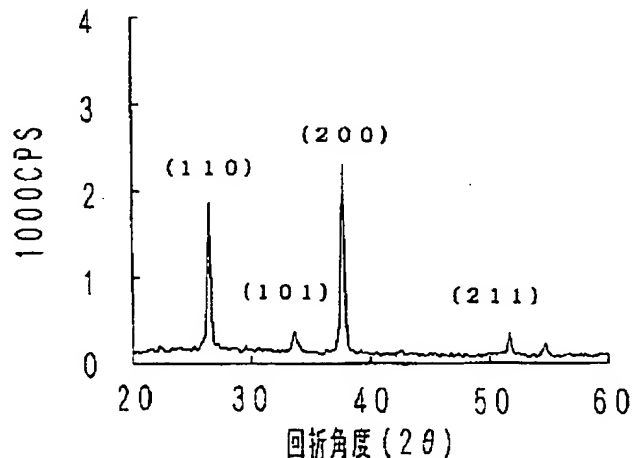
(54)【発明の名称】 太陽電池用透明導電性基体およびこれを用いた太陽電池

(57)【要約】

【構成】 ガラス基体上に酸化錫を主成分とする透明導電膜が形成された太陽電池用透明導電性基体であって、この透明導電膜は、そのX線回折パターンにおいて、(200)面および(110)面による回折ピークを有し、

(200)面による回折強度を100としたとき、(110)面による回折強度が20以上120以下であり、最強回折角度におけるX線散乱強度が、その近傍のバックグラウンドにおけるX線散乱強度の10倍以上であるもの。

【効果】 この透明導電性基体の透明導電膜上に、半導体層、裏面電極を順次積層すると、変換効率の高い太陽電池が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基体上に酸化錫を主成分とする透明導電膜が形成された太陽電池用透明導電性基体であって、該透明導電膜はそのX線回折パターンにおいて、(200)面および(110)面による回折ピークを有し、(200)面による回折強度を100とした場合に、(110)面による回折強度が20以上120以下であり、最強回折角度におけるX線散乱強度が、その近傍のバックグラウンドにおけるX線散乱強度の10倍以上であることを特徴とする、太陽電池用透明導電性基体。

【請求項2】透明導電膜は2層からなっており、基体に近い方の第1の透明導電膜はそのX線回折パターンにおいて(110)面による回折強度が最も強く、基体から遠い方の第2の透明導電膜はそのX線回折パターンにおいて(200)面による回折強度が最も強いことを特徴とする請求項1記載の太陽電池用透明導電性基体。

【請求項3】請求項1または2記載の太陽電池用透明導電性基体の透明導電膜上に、光電変換層、裏面電極を順次形成してなる太陽電池。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、透光性基体上に酸化錫を主成分とする透明導電性薄膜が形成された太陽電池用透明導電性基体および該基体の透明導電膜上に薄膜半導体、裏面電極を順次形成してなる薄膜太陽電池の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】透光性基体上に、薄膜太陽電池の受光側電極として、酸化錫を主成分とする透明導電膜（以下導電膜と称する）を作成する手法は広く用いられているが、膜の微細構造を検討し導電膜を最適化した例としては、特開昭60-240166号および特開昭61-115354号が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】特開昭60-240166号によれば、導電膜を受光面（本発明における透光性基板）に垂直に起立した柱状結晶により形成することにより9～9.6%の変換効率を持った非晶質シリコン太陽電池が作成可能であるとされている。また、特開昭61-115354号によれば、X線回折パターンが(200)面に極めて強く配向した膜を用いることにより、非晶質シリコン太陽電池の変換効率が9.2%程度まで向上するとされている。

【0004】従来技術による導電膜上に形成された非晶質シリコン太陽電池の変換効率が7～8%程度であることと比較すれば、これらの発明には明らかに技術的進歩が認められるが、本発明はさらに高い変換効率が得られる太陽電池用透明導電性基体を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、基体上に酸化

錫を主成分とする透明導電膜が形成された太陽電池用透明導電性基体であって、該透明導電膜はそのX線回折パターンにおいて、(200)面および(110)面による回折ピークを有し、(200)面による回折強度を100とした場合に、(110)面による回折強度が20以上120以下であり、最強回折角度におけるX線散乱強度が、その近傍のバックグラウンドにおけるX線散乱強度の10倍以上であることを特徴とする、太陽電池用透明導電性基体、を提供するものである。

【0006】本発明による導電膜は、酸化錫を主成分とし、比例係数管等を用いて測定したX線回折パターンにおいて、最強回折角度におけるX線散乱強度（ピークの高さ）が、その近傍のバックグラウンドにおけるX線散乱強度の10倍以上であるようなX線回折パターンを有することが好ましく、以下の実施例が示すように、30倍以上であれば更に好ましい。

【0007】種々の導電膜を作成し、そのX線回折パターンを測定したときに、最強回折角度（本実施例では(200)面の回折角度）での散乱強度比が約10倍となった導電膜上に太陽電池を作成し、その特性を測定した結果を実施例1に、約30倍以上となった導電膜上に太陽電池を作成した結果を実施例2、3に、逆に散乱強度比が約3倍となった導電膜上に太陽電池を作成した結果を例を比較例4にそれぞれ示す。

【0008】太陽電池の変換効率は比較例10（(200)面に強く配向した導電膜を用いた基体上に作成した太陽電池による結果であり詳細は後述する）を100とした相対値で示してある。実施例1、2、3は比較例10に対して太陽電池の変換効率がそれぞれ約10%、20%、15%ほど向上する。これに対して比較例4は比較例10に対して80%程度に低下してしまうことがわかる。

【0009】さらに、膜のX線回折パターンを、回折ピークの高さと半値幅の積により定義される回折強度により評価した場合、(200)面による回折強度を100とした時に、(110)面による回折強度が20以上かつ120以下であることが好ましく、30以上かつ100以下であればさらに好ましい。

【0010】実施例1、2、3はいずれもこのような条件をみたす例であり、いずれも本発明の太陽電池用基体として好ましい態様である。これに対して、比較例5、6、7に示すように、導電膜の(110)面からの回折強度が120以上になると、この上に太陽電池を形成しても、本発明による透明導電膜上に太陽電池を形成した場合（実施例1、2、3）に比べて良好な電池特性を得ることはできない。また(110)面からの回折強度が20以下となる導電膜上に太陽電池を形成した場合にも、比較例3に示すように、本発明になる透明導電基体を用いた結果に比べると好ましい結果は得られない。

【0011】本発明の透明導電膜は2層からなってお

り、基体に近い方の第1透明導電膜（以後下層膜と記す）はそのX線回折パターンにおいて（110）面による回折強度が最も強く、基体から遠い方の第2の透明導電膜（以後上層膜と記す）はそのX線回折パターンにおいて（200）面による回折強度が最も強いことが好ましい。

【0012】「作用」の項において詳細の理由を記述するが、第1および第2の透明導電膜の膜厚は、下層膜の膜厚が500Å以上5000Å以下であり、上層膜の膜厚が3000Å以上15000Å以下であることが好ましく、下層膜の膜厚が1000Å以上4000Å以下であり、上層膜の膜厚が3000Å以上6000Å以下であればさらに好ましい。

【0013】本発明の基体には、ガラス、プラスチック等を使用することが可能である。基体がソーダライムガラスのように、その成分としてアルカリ金属を含む場合には、基体から導電膜へのアルカリ金属の拡散を防止するために、基体と導電膜の間にSi、Al、Zr等の金属の酸化物を主成分とする下地層を形成することがより好ましい。

【0014】本発明の導電膜の形成方法に関しては特に限定されないが、基体がガラス等の高温に耐える材料である場合には、スプレー法、常圧CVD法等の化学蒸着法による方が、スパッタ法等の物理蒸着法によるよりも良好な導電膜特性が得られる。さらに本発明を実現するためには、導電膜を明瞭に2層に分離して成膜する必要があるため、化学蒸着法のなかでも2段の成膜室を持った常圧CVD法によることが特に好ましい。

【0015】

【作用】透光性基体上に酸化錫を主成分とする透明導電膜、薄膜半導体、裏面電極を順次形成してなる薄膜太陽電池に用いられる透明導電性基体としては、透明導電膜の抵抗が低く、光透過率が高いことが第一の要件である。しかしそれに加えて、透明導電膜を構成する粒子に粒界等がある場合、これを起点としてその上に形成される太陽電池層内に欠陥が発生し、結果として太陽電池の変換効率が低下することが想像されるため、その透明導電膜が粒界等の少ない、言い換えれば、粒子を十分に成長させた膜であることが好ましい。

【0016】一方、ガラス等の基体の上に膜を成長させる場合には、基体に接触している膜の粒子は大きく成長せず、また電気的、光学的性能に乏しい膜が成長しやすいため、このような目的にかなう膜を作成する手法として、基体と成長させたい膜の界面に適切な下地層をさし挟む等の対策が一般的に行われている。

【0017】本発明は、このような公知の技術に加えて、導電膜の成長過程を詳細に検討することにより、低抵抗、高透過率を保ちながら適切な粒子構造を実現し、太陽電池用としてより好ましい透明導電性基体を作成する手法を提供するものである。

【0018】詳細な実験を行った結果、酸化錫膜の場合、厳密な理由は明らかでないが、ガラス等の基体面から膜を成長させる時には、（110）配向の膜を堆積した場合に、膜を構成する結晶の粒子が最も大きく成長し、さらにその比抵抗が他の面に配向した膜と比べて最も低下することがわかった。この様な膜の例を比較例1に示す。

【0019】しかし膜が単層構造の場合には、基体上に適當下地層を形成しても膜の結晶粒子の成長には限度があり、単層構造を用いて太陽電池用として好ましい、結晶粒子が十分に大きな膜を得ることは困難であることがわかった。本発明は導電膜を2層構造とすることにより、太陽電池層と接触する上層膜の粒子を十分に成長させ、この問題を解決しようとするものである。

【0020】一連の実験結果から、酸化錫膜（第1の透明導電膜）上に酸化錫を再積層すると、再積層した上層膜（第2の透明導電膜）の結晶は単層膜のときよりも成長し、しかも、上層膜の結晶の成長は下層膜の結晶状態と密接な関係を持っており、下層膜の結晶状態が良好であるほど上層膜も結晶が成長する傾向にあることがわかった。

【0021】すなわち本発明の場合にも、（110）に配向した酸化錫を下層膜として用いた場合に、その上に積層する酸化錫膜の粒子が最も良好に成長した。また、これも詳細の理由は明らかでないが、（110）配向の下層膜の上に上層膜を堆積する場合には、該上層膜（200）配向とすると上層膜の結晶が最も良好に成長することがわかった。さらに、このような膜構成とすることにより、導電膜全体の光透過率を変化させることなく、導電膜の比抵抗を低下させることが可能であることもわかった。

【0022】上記検討結果をまとめると、高透過率、低抵抗を実現し、かつ、粒界等の少ない、言い換えれば、粒子を十分に成長させた導電膜を作成するためには、

（110）配向の下層膜上に（200）配向の上層膜を形成することが好ましく、導電膜をこのような構造とすることにより、この上に作成される太陽電池は高い変換効率を示すことができるようになることが判断された。

【0023】なお導電膜の粒成長という観点から下層膜の膜厚を検討した結果によれば、（110）に配向した下層膜の膜厚を500Å未満にすると上層膜は十分に粒成長せず、下層膜の膜厚を5000Åより大きくしても粒成長の促進効果が飽和してしまうことから、下層膜としての有効膜厚範囲は500Å以上、5000Å以下であることがわかった。

【0024】一方導電膜の比抵抗から下層膜を検討すると、下層膜の膜厚が1000Å以下の場合には導電膜全体の比抵抗が十分に低下しない。この原因としては結晶粒子の成長度が低いことに加えて、より低比抵抗である（110）配向の下層膜が薄いことも影響しているもの

と推定している。下層膜の膜厚と、導電膜全体の比抵抗およびヘイズ率（粒成長の程度と相関があると推定される）の関係を図16に示す。これらの検討を通じて、下層膜の好ましい膜厚が、1000Å以上、5000Å以下であることがわかった。

【0025】さらに上層膜自体にも、粒成長が生じるためにはある程度の膜厚が必要であることがわかった。上層膜の膜厚が2000Å未満の場合には、1000Å以上の下層膜があっても上層膜にほとんど粒成長が認められない。一方他の薄膜と同様、酸化錫膜も膜厚の増加にともなって粒子は成長するが、膜厚の増加により光吸収量も増加するため、太陽電池用導電膜の場合には全体の膜厚の上限を15000Å程度とすることが望ましい。すなわち上層膜の膜厚の範囲としては、2000Å以上、14000Å以下ということができる。

【0026】実験結果によれば、上層膜の膜厚が3000Å以上あれば、結晶が太陽電池用基体として十分に機能する大きさに成長することから、上層膜による導電膜の光吸収を最小限にとどめる意味で、上層膜の膜厚を3000Å以上、6000Å以下程度とすることはさらに好ましい選択である。

【0027】

【実施例】 SnCl_4 、 CH_3OH 、 HF 、 H_2O を原料とし、基板温度を540℃に設定した常圧CVD法により、約500Åの SiO_2 をコートしたソーダライムガラス基板上に、各種の導電膜を積層した。比較例2、3、10においては同様の方法により、ソーダライムガラス基板上に導電膜を積層した。導電膜のX線回折測定は、銅の $\text{K}\alpha$ 線を使用し、比例計数管を用いたレートメーターにより行った。結果を表1及び表2に示す。

【0028】表中の原料組成の SnCl_4 、 CH_3OH 、 HF の欄に記入した数字は、各原料を装置に送り込むためのキャリアガス量を示している。ただし H_2O に関しては、実際に装置に供給した水の量を測定し、その値を記入してある。またX線強度は、(200)面による回折強度を100とした時の相対強度比を示している。

【0029】以下、番号に従って説明する。本発明による導電膜の下層膜として好ましい膜の例を比較例1に、好ましくない膜の例を比較例2に示す。比較例1に示した膜が強く(110)面に配向しているのに対して比較例2に示した膜は強く(200)面に配向している。下層膜の(110)配向が強い程、上層膜を積層した太陽電池基板としては好ましい結果を与える傾向が高く、さらに下層膜の(110)面への配向度が強いほど導電膜自体の電気抵抗が低下することは「作用」の項に記した通りである。なお、導電膜の配向と膜の光吸収量との間には直接の相関はなかった。

【0030】太陽電池用透明導電性基体としての性能を評価するために、実施例として挙げた各導電膜上にp、i、n各タイプのa-Si（合計約4000Å）および

銀裏面電極（約3000Å）を順に積層して太陽電池を作成し、変換効率を測定した。

【0031】表中の比較例10は、比較例2と同様にして形成した下層膜上に表中の原料比にて上層膜を積層したものであり、特開昭61-115354号に示されているような、(200)面に極めて強く配向した導電膜の例である。以後説明する実施例における電池変換効率とは、この比較例に示す導電膜上に作成した太陽電池の変換効率を100として各実施例での変換効率を相対値で示したものである。

【0032】実施例1、2、3は比較例1と同様にして形成した膜を下層膜として、その上に表中に示す原料比による上層膜を積層した結果である。下層膜では、(200)面の回折強度に対する(110)面の回折強度（以後強度比と記す）が約350あるのに対して、上層膜を積層した後の強度比は約40～80となっている。

【0033】比較例3は比較例2と同様にして形成した下層膜上に表中の原料比にて上層膜を積層した結果である。この場合の強度比は約13となり(200)配向の強い膜が得られる。評価結果から直ちにわかるように、(200)配向の強い下層膜を用いた場合には、電池の変換効率は比較例10と同等またはそれ以下となる。なお、比較例3におけるX線回折の強度比が20より小さくなっている点にも留意する必要がある。

【0034】比較例4は、比較例1と同様にして形成した下層膜上に表中の原料比で上層膜を積層したものであり、「課題を解決するための手段」の項にも記したように、最強回折角度での散乱強度がバックグラウンドの強度の約3倍しかない導電膜の例である。導電膜の比抵抗が十分低いにもかかわらず、このような導電基体を用いて太陽電池を作成すると電池性能は大幅に低下する。

【0035】比較例5、6、7も、比較例1と同様にして形成した下層膜上に表中の原料比で上層膜を積層したものであり、「課題を解決するための手段」の項で記述した例である。これらの例の様に強度比が120を越える導電膜を用いた基体上に電池を作成しても変換効率は改善されない。

【0036】比較例8、9は比較例1と同様にして形成した膜を下層膜とし、表中の原料比で上層膜を積層して導電膜を作成し、積層する上下の膜厚配分を変化させた例である。比較例8のように下層膜を厚く、上層膜を薄くしても、比較例9のように下層膜を薄く、上層膜を厚くしても、電池変換効率は低下することがわかる。

【0037】なお、本発明になる導電膜において、上層膜を積層することによって下層膜の配向が変化することは無い。本発明による2層構造の導電膜を作成し、（このX線回折パターンを図14に示す）、その後、その表面をダイヤモンドペーストを用いて研磨し、上層膜を除去した導電膜のX線回折パターンを測定した結果を図15に示す。研磨により上層膜を除去した導電膜のX線回折パ

タンが下層膜単独のパタンと良く一致することから、上層膜を積層しても下層膜には何等変化が生じないことがわかる。

【0038】また、表1および表2には(211)面および(101)面による回折強度も併記したが、これら

の回折線の強度が(200)面による強度の20%以下程度であれば、これらの回折線の強度と太陽電池の性能の間には直接の相関はなかった。

【0039】

【表1】

		実 施 例			比 較 例			
		1	2	3	1	2	3	4
原料組成	SnCl ₄ (l/分)	2.4	2.4	2.7	2.4	2.5	2.4	2.6
	CH ₃ OH (cc/分)	50	150	50	50	150	50	50
	HF (cc/分)	100	100	120	130	120	100	120
	H ₂ O (g/分)	10	10	10	10	10	10	10
下層膜の膜厚 (Å)		2680	2640	3200	2870	6710	2750	2890
上層膜の膜厚 (Å)		6230	5280	4580	—	—	6960	3910
X線強度	(200)	100	100	100	100	100	100	100
	(110)	81	61	38	347	12	13	98
	(211)	15	18	19	49	10	10	37
	(101)	17	11	14	45	13	13	44
電池変換効率 (相対値)		110	120	115	—	—	95	80
導電膜比抵抗 (mΩ・cm)		0.8	0.7	0.5	0.6	2.3	1.7	0.4
該当X線回折パタン (図)		1	2	3	4	5	6	7

【0040】

【表2】

番 号		5	6	7	8	9	10
原料組成	SnCl ₄ (l/分)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	3.0
	CH ₃ OH (cc/分)	200	60	50	50	50	50
	HF (cc/分)	100	100	100	120	100	120
	H ₂ O (g/分)	10	10	10	10	10	10
下層膜の膜厚 (Å)		2200	2800	2250	6500	500	2520
上層膜の膜厚 (Å)		3320	3480	6800	3480	8500	6430
X線強度	(200)	100	100	100	100	100	100
	(110)	199	311	188	125	15	10
	(211)	37	49	43	32	3	5
	(101)	28	45	45	35	15	5

電池変換効率(相対値)	95	90	95	90	95	100
導電膜比抵抗 ($\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$)	0.8	0.6	0.7	0.5	0.8	2.0
該当X線回折パターン(図)	8	9	10	11	12	13

【0041】

【発明の効果】特開昭61-115354号に開示される、スプレー法による導電膜の成長温度は400～450℃と一般的なスプレー法による導電膜の成長温度よりも低温であり、このような低い温度で膜を成長させることは、膜の成長速度の観点から判断すれば明らかに不利な方法である。実際、特許の中に開示してあるように、これらの導電膜の成長速度は10～30Å/秒と工業的応用の観点から致命的な問題点を有していた。

【0042】本発明になる導電膜の場合、下層膜と基体の界面に例えばSiO₂アンダーコート(下地層)をさし挟むことにより、導電膜の堆積温度を500℃以上に上昇させることができる。公知の常圧CVD法を用いて、500℃以上の十分に高い温度で成膜すれば、導電膜の成長速度を数100Å/秒以上に向上させることも可能であるため、本発明は適切な下地層と組み合わせることにより、実用的な成膜速度で膜を成長できるという効果も有している。

【0043】なお、一般に導電膜を高温で成膜した場合には、基体の成長表面に微小な欠陥が存在すると、膜の粒子が異常成長するために良質の導電膜が得られないこともあるが、適当な下地層(Si、Al、Zr等の酸化物が好ましい)を用いることにより、このような問題点も同時に解決することができる。

【0044】粒子が異常成長した導電膜の上に太陽電池を積層した場合、巨大な粒子が電池の欠陥になることは容易に想像できるから、高い変換効率を実現するためには、導電膜を均質な粒子により構成することが極めて重要であると推定されるが、本発明による透明導電性基体を用いた太陽電池が安定して高い変換効率を示すことから、本発明になる導電膜は数100Å/秒以上の膜成長速度を有しながらも、極めて均質な粒子によって膜が構成されているものと推定される。

【0045】本発明になる導電膜は、そのX線回折パターンからも想像されるように、膜表面を構成する結晶の粒子の大きさとの方位が揃っていることが特徴である。このような膜を断面方向から観察すると、結晶粒子はピラミッド状をなし、その頂点はほぼ90～120度の交差角度を持っていることが指摘できる。この交差角度は、例えば特開昭60-240166号において推奨されている膜の頂角に比較すると明らかに交差角度がゆるやかである。

【0046】一方本発明の導電膜の結晶粒子は、粒子表面が平面で構成されているため、特開昭61-2168

9号において示されているように、頂部に丸みがつけられた膜とも異なった構造である。本発明の導電膜上に太陽電池を形成した場合に良好な特性が得られる原因は、頂角の交差角度がゆるやかなために、太陽電池層に構造的な欠陥が発生しにくいことに加えて、導電膜の頂部に丸みがないため、十分な光閉込め効果を確保できるためと想像される。

【0047】さらに、本発明による導電膜が、十分に成長し、かつ粒径が均一な粒子によって構成されていることは、X線回折図からも理解することができる。すなわち、(200)面に関する回折パターンの半値幅(回折ピーク強度の半分の値での回折角度2θの幅)は実施例3の場合には約0.2度であるのに比較例4の場合には約0.7度～1度である。

【0048】X線回折パターンの広がりに関する一般的な理論に従えば、実施例3の膜は比較例4の膜の数倍～数十倍の粒径を持っているものと考えられる。すなわち、導電膜が約90～120度の頂角を持ち、十分に成長した均一で欠陥の少ない粒子により構成されていることが、薄膜太陽電池の変換効率を向上させる上に最も効果が有るものと推定される。

【0049】このような導電性基体は、単に薄膜太陽電池の受光側の電極として効果があるだけではなく、このような基体を裏面電極として太陽電池を堆積し、本発明とは逆の構成の太陽電池(この場合、光透過型の太陽電池となる)を作成する場合にも好ましい効果が期待できる。

【0050】さらに、本発明になる導電膜の表面が太陽電池用として好ましい頂角(90～120度)で構成されている点を利用し、本基体の表面に銀やステンレス等の金属薄膜を堆積し、これを裏面電極として用いて太陽電池を作成することも可能である。すなわち、本導電基体を加工すれば、良好な光閉込め効果を持ち、裏面の防食封止が不要の太陽電池用金属電極として利用することも可能である。

【0051】本発明の透明導電性基体は単に太陽電池用としてのみならず、他の導電基板用途(例えば表示素子や発熱体)にも十分に使用可能であることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1のX線回折パターンを示す図

【図2】実施例2のX線回折パターンを示す図

【図3】実施例3のX線回折パターンを示す図

【図4】比較例1のX線回折パターンを示す図

【図5】比較例2のX線回折パターンを示す図

【図6】比較例3のX線回折パターンを示す図

【図7】比較例4のX線回折パターンを示す図

【図8】比較例5のX線回折パターンを示す図

【図9】比較例6のX線回折パターンを示す図

【図10】比較例7のX線回折パターンを示す図

【図11】比較例8のX線回折パターンを示す図

【図12】比較例9のX線回折パターンを示す図

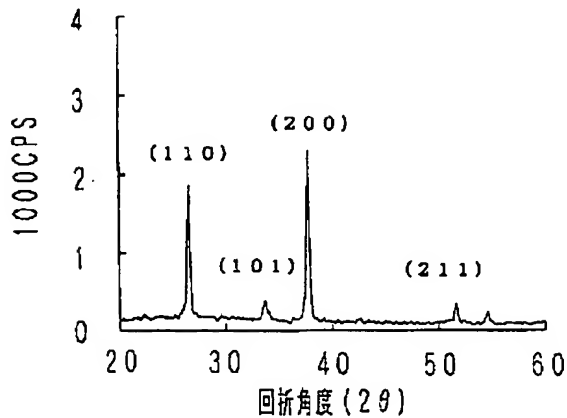
【図13】比較例10のX線回折パターンを示す図

【図14】本発明の2層構造の導電膜のX線回折パターンを示す図

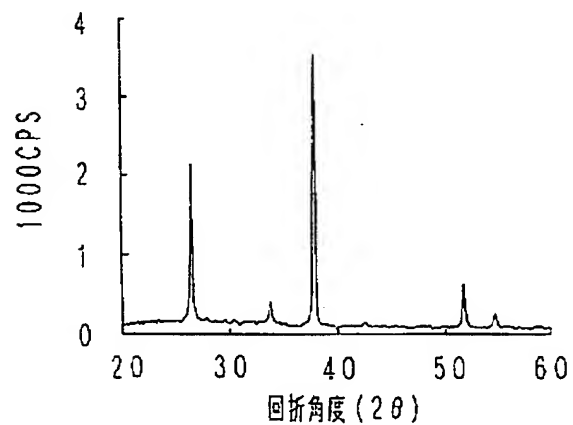
【図15】図14の導電膜の上層膜を除去した導電膜のX線回折パターンを示す図

【図16】下層膜の膜厚と積層後の導電膜の比抵抗(ρ)およびヘイズ率との関係を示すグラフ

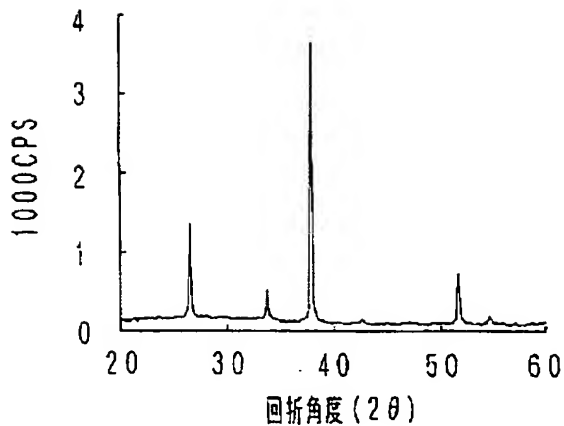
【図1】



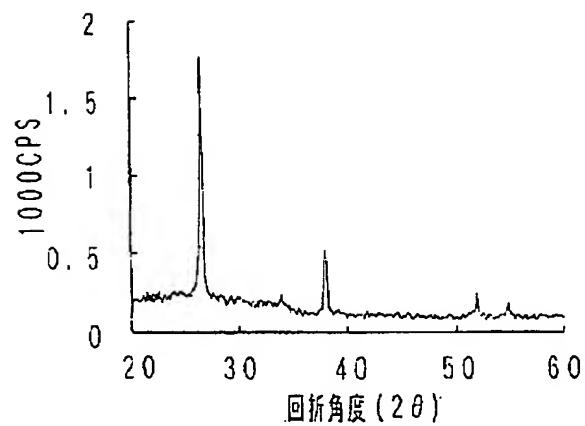
【図2】



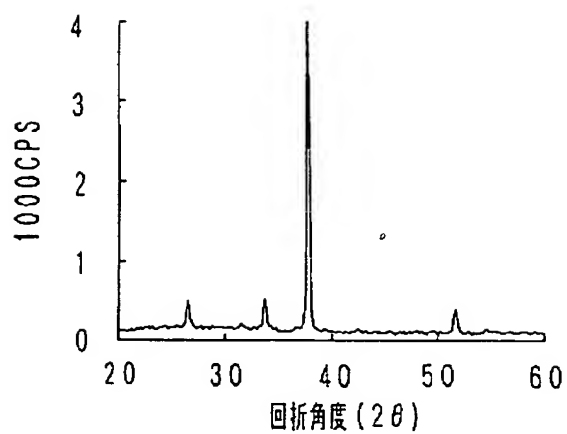
【図3】



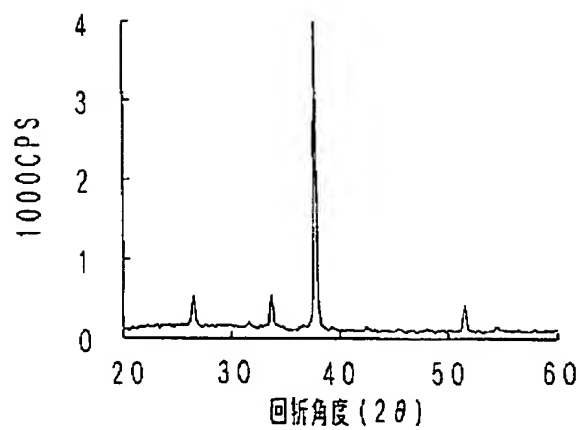
【図4】



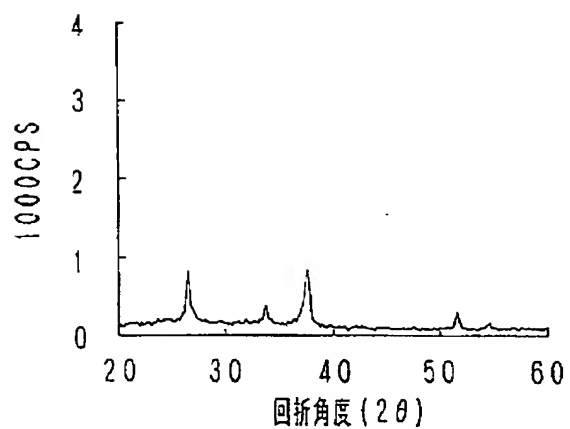
【図5】



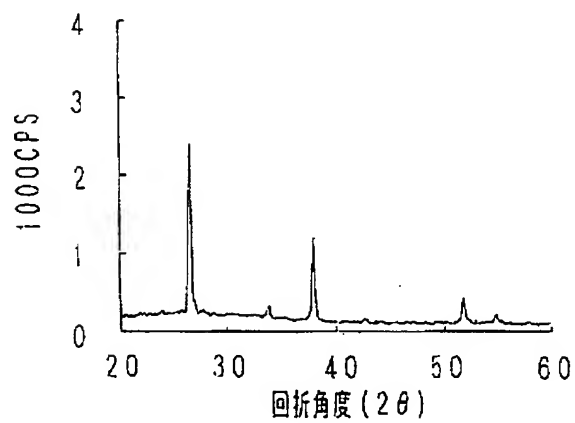
【図6】



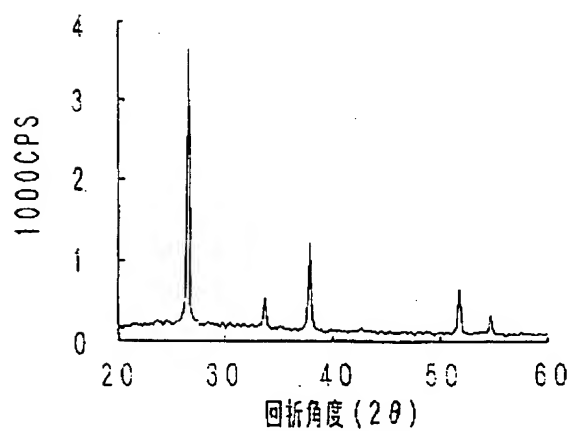
【図7】



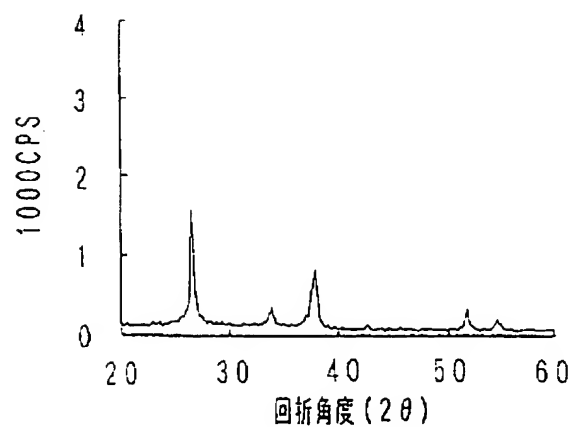
【図8】



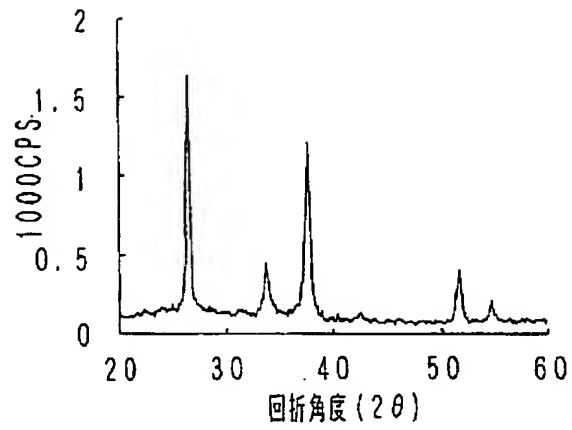
【図9】



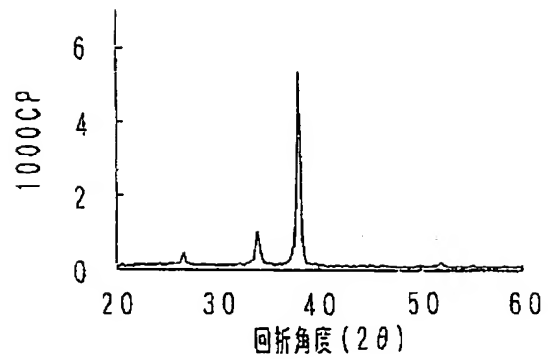
【図10】



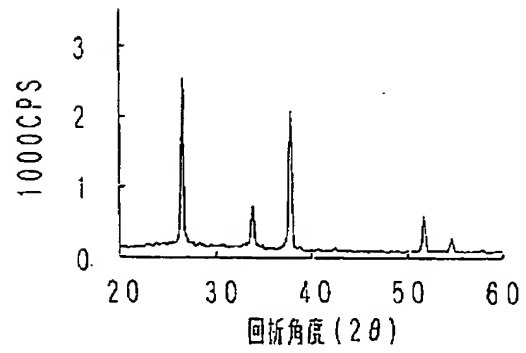
【図11】



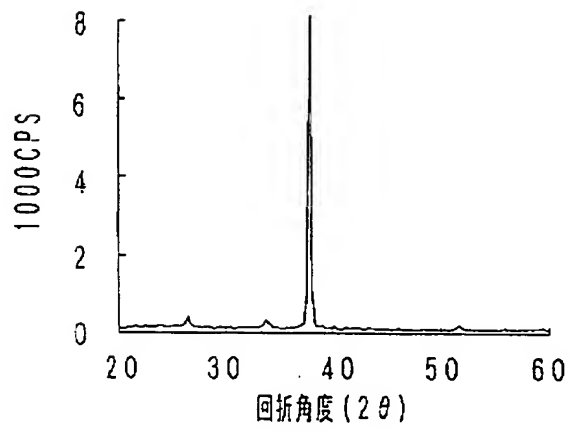
【図12】



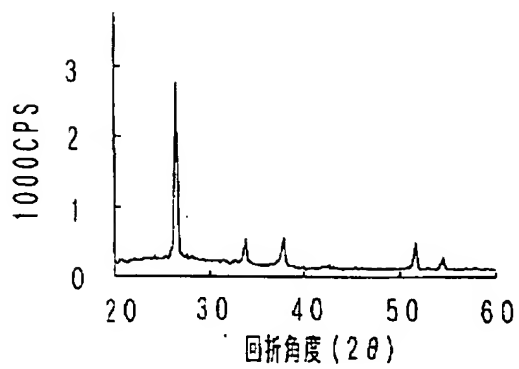
【図14】



【図13】



【図15】



【図16】

